

WO 2005/091092 A2

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. September 2005 (29.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/091092 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G05B 19/12**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051123

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. März 2005 (11.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 013 615.7 19. März 2004 (19.03.2004) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]**; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **DOLANSKY, Stefan**

[DE/DE]; Schwandorfer Str. 11, 90518 Altdorf (DE).
MENZEL, Thomas [DE/DE]; Am Sandberg 5a, 91088 Bubenreuth (DE). **ROSSI, Gernot** [AT/DE]; Kaltenhofstr. 12, 91245 Simmelsdorf (DE).

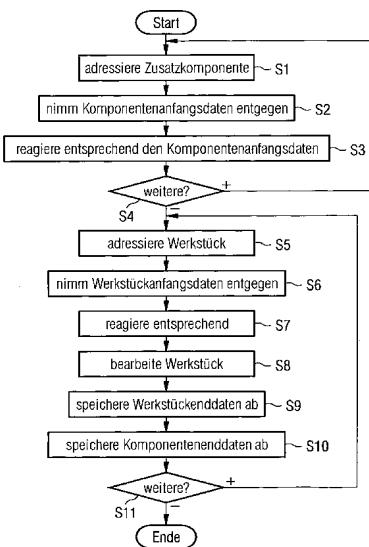
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPERATING METHOD FOR A MACHINE TOOL CONTROLLED BY A CONTROL DEVICE

(54) Bezeichnung: BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINE VON EINER STEUEREINRICHTUNG GESTEUERTE WERKZEUGMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a control device (5), controlling a machine tool (1), which processes a step sequence (S1-S11), by a wireless reading of a partial programme (18) from a workpiece data support (15), provided for a workpiece (3) and processing the workpiece (3), following the downloaded partial programme (18).

(57) Zusammenfassung: Eine Steuereinrichtung (5), die eine Werkzeugmaschine (1) steuert, arbeitet eine Schrittfolge (S1-S11) ab. Dabei liest sie drahtlos von einem einem Werkstück (3) zugeordneten Werkstückdatenträger (15) ein Teileprogramm (18) aus und bearbeitet das Werkstück (3) entsprechend dem ausgelesenen Teileprogramm (18).

S1 ... ADDRESS ADDITIONAL COMPONENT
S2 ... ACCEPT INITIAL COMPONENT DATA
S3 ... REACT TO INITIAL COMPONENT DATA
S4, S11 ... CONTINUE?
S5 ... ADDRESS WORKPIECE
S6 ... ACCEPT INITIAL WORKPIECE DATA
S6 ... REACT
S8 ... MACHINE WORKPIECE
S9 ... STORE WORKPIECE DATA
S10 ... STORE COMPONENT DATA
BB ... END



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Betriebsverfahren für eine von einer Steuereinrichtung gesteuerte Werkzeugmaschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine von einer Steuereinrichtung gesteuerte Werkzeugmaschine, wobei die Steuereinrichtung eine Schrittfolge abarbeitet.

10 Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin einen Programmdatenträger mit einem auf dem Programmdatenträger gespeicherten Betriebsprogramm zur Durchführung eines derartigen Betriebsverfahrens. Ferner betrifft sie einen Werkstückdatenträger mit einem Transponder, der mit einem Speicher in Wirk-
15 verbindung steht.

Derartige Betriebsverfahren sind allgemein bekannt. Bei ihnen wird die Steuereinrichtung in der Regel von dem Hersteller der Steuereinrichtung oder dem Hersteller der Werkzeugmaschine programmiert, um eine bestimmte Bearbeitung eines Werk-
20 stücks durchzuführen. Im Rahmen dieser Programmierung wird die Steuereinrichtung unter anderem auch parametriert, das heißt entsprechend der konkreten Konfiguration der Werkzeugmaschine spezifiziert.

25

Aus der WO-A-01/82009 ist bekannt, bei Holzbearbeitungsmaschinen die Werkzeuge mit Transpondern zu versehen, so dass gewährleistet werden kann, dass bestimmte Bearbeitungsvorgänge nur mit dem korrekten Werkzeug ausgeführt werden. In der
30 WO-A-01/82009 ist auch offenbart, dass Transponder Speicher enthalten können, wobei in dem Speicher Statusinformationen gespeichert sind und die Statusinformationen nach jedem Bearbeitungsvorgang aktualisiert werden. Schließlich ist in der WO-A-01/82009 noch offenbart, dass bei einer Leiterplattenfertigung die Leiterplatte oder ein Container mit Bauelementen
35 für die zu fertigende Leiterplatte einen Transponder auf-

weist, der ein Bestückungsprogramm für den Bestückungsauf-
ten enthält, welcher dann die Leiterplatte bestück.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Be-
5 triebserfahrenen für eine von einer Steuereinrichtung gesteu-
erte Werkzeugmaschine sowie die korrespondierenden Gegenstän-
de zu schaffen, mittels derer die Programmierung und/oder Pa-
rametrierung der Werkzeugmaschine sowie eine Betriebsüberwa-
chung möglichst einfach realisierbar sind.

10

Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen An-
sprüche 1, 17 und 18 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen er-
geben sich aus den Unteransprüchen.

15 Auf Grund des Merkmals, dass die Steuereinrichtung von einem
dem Werkstück zugeordneten Werkstückdatenträger zumindest ein
Teileprogramm ausliest und das Werkstück entsprechend dem
ausgelesenen Teileprogramm bearbeitet, trägt sozusagen jedes
Werkstück seine eigene Bearbeitungsanleitung mit sich. Das
20 Werkstück kann daher – ohne vorherige entsprechende Program-
mierung der Werkzeugmaschine – jeder prinzipiell geeigneten
Werkzeugmaschine zugeführt werden.

Wenn das Teileprogramm eine Anzahl von nacheinander auszufüh-
25 renden Einzelschritten aufweist, die Steuereinrichtung vom
Werkstückdatenträger auch einen dem Werkstück zugeordneten
Programmzeiger ausliest, die Steuereinrichtung die Ausführung
der Einzelschritte mit einem durch den Programmzeiger be-
stimmten Einzelschritt beginnt und die Steuereinrichtung bei
30 Beendigung der Ausführung des Teileprogramms an den Werk-
stückdatenträger einen neuen Programmzeiger übermittelt, so
dass der im Werkstückdatenträger hinterlegte Programmzeiger
aktualisiert wird, ist es insbesondere möglich, Bearbeitungs-
vorgänge von Werkstücken nahezu jederzeit zu unterbrechen und
35 zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen. Die Fortsetzung der
Bearbeitung kann dabei alternativ mit der gleichen oder mit
einer anderen Werkzeugmaschine erfolgen.

Wenn der Werkstückdatenträger mehreren gleichartigen und gleichartig zu bearbeitenden Werkstücken zugeordnet ist und die Steuereinrichtung das Teileprogramm für alle Werkstücke nur einmal aus dem Werkstückdatenträger ausliest, ergibt sich
5 bei einer Serienfertigung eine besonders speicher- und zeit- effiziente Vorgehensweise.

Wenn die Steuereinrichtung aus dem Werkstückdatenträger auch eine Beschreibung des Werkstücks ausliest, ist die erfindungsgemäße Vorgehensweise noch flexibler.
10

Die ausgelesene Beschreibung kann beispielsweise die ursprünglichen geometrischen Abmessungen des Werkstücks und/ oder die aktuellen geometrischen Abmessungen des Werkstücks
15 unmittelbar vor der Bearbeitung des Werkstücks durch die Werkzeugmaschine umfassen. Denn dann ist es insbesondere möglich, dass die Steuereinrichtung die geometrischen Abmessungen des Werkstücks im Rahmen einer Kollisionsprüfung berücksichtigt.
20

Vorzugsweise umfasst die Beschreibung des Werkstücks auch Materialangaben über das Werkstück. Denn dadurch ist es beispielsweise möglich, dass die Steuereinrichtung bei der Bearbeitung des Werkstücks die tatsächliche Leistungsaufnahme von
25 Antrieben der Werkzeugmaschine erfasst und mit Schwellwerten vergleicht, die weitere Bearbeitung des Werkstücks einstellt und auf Werkzeugbruch erkennt, wenn die tatsächliche Leistungsaufnahme die Schwellwerte überschreitet, und mindestens einen der Schwellwerte in Abhängigkeit von den Materialangaben
30 über das Werkstück einstellt. Auch ist es möglich, dass die Steuereinrichtung eine Bearbeitungsgeschwindigkeit, mit der sie das Werkstück bearbeitet, in Abhängigkeit von den Materialangaben einstellt.

35 Wenn die Steuereinrichtung aus dem Werkstückdatenträger auch eine Werkstückidentifikation ausliest, ist gewährleistet,

dass das richtige Werkstück mit dem ihm zugeordneten Steuerprogramm bearbeitet wird.

Die im Werkstückdatenträger gespeicherten Daten können weiterhin eine Beschreibung einer bereits an dem Werkstück vorgenommenen Bearbeitung umfassen. Damit kann von der Steuereinrichtung die Historie des Werkstücks nachvollzogen werden, falls dies erforderlich sein sollte. Die Beschreibung der bereits vorgenommenen Bearbeitung kann beispielsweise eine Identifikation der bearbeitenden Maschine, eine Identifikation von dessen Bediener, Bearbeitungszeiten (Anfang, Ende, Dauer), Qualitätsinformationen und Ressourceninformationen enthalten. Die Qualitätsinformationen können dabei z.B. Informationen über normale Vorgänge (z.B. die verwendeten Maschinen und Werkzeuge sowie Messdaten) und/oder über unnormale Vorgänge (z.B. Prozessfehler, Werkzeugbruch, außergewöhnliche Benutzereingriffe oder andere Auffälligkeiten) umfassen.

Schließlich kann die Steuereinrichtung auch eine Beschreibung eines Mindestanforderungsprofils auslesen. Anhand dieser Angaben kann die Steuereinrichtung durch Vergleich mit den Möglichkeiten der Werkzeugmaschine dann entscheiden, ob es möglich ist, die gewünschte Bearbeitung auf dieser Werkzeugmaschine durchzuführen.

Wenn die Steuereinrichtung im Rahmen der Abarbeitung der Schrittfolge drahtlos von einem einer Zusatzkomponente der Werkzeugmaschine zugeordneten Komponentendatenträger Komponentendaten ausliest und im Rahmen der Abarbeitung der Schrittfolge berücksichtigt, ist das erfindungsgemäße Betriebsverfahren noch flexibler gestaltbar.

Beispielsweise ist es in diesem Fall möglich, dass die Komponentendaten geometrische Abmessungen der Zusatzkomponente beinhalten und dass die Steuereinrichtung die Komponentenabmessungen bei der Kollisionsprüfung berücksichtigt. Alternativ

tiv oder zusätzlich ist es auch möglich, dass die Komponentendaten Zustandsdaten wie z. B. Betriebsdauer, Verschleiß sowie Art und Zahl der Bearbeitungsvorgänge umfassen und dass die Steuereinrichtung aktualisierte Werte dieser Zustandsdaten nach dem Bearbeiten des Werkstücks an den Komponentendatenträger übermittelt.

Weiterhin ist es möglich, dass die Steuereinrichtung an den Komponentendatenträger auch eine Werkzeugmaschinenidentifikation und/oder eine Benutzeridentifikation übermittelt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

15

FIG 1 schematisch eine Geräteanordnung mit unter anderem einer Werkzeugmaschine,
FIG 2 ein Ablaufdiagramm,
FIG 3 den Inhalt eines Komponentendatenträgers,
20 FIG 4 den Inhalt eines Werkstückdatenträgers und
FIG 5 einen Ausschnitt von FIG 3.

Gemäß FIG 1 weist eine Geräteanordnung unter anderem eine Werkzeugmaschine 1 auf, z.B. eine Säulenbohrmaschine 1. Die 25 Werkzeugmaschine 1 weist mindestens eine Zusatzkomponente 2 auf, die lösbar mit der Werkzeugmaschine 1 verbunden ist, z.B. ein motorisch öffnen- und schließbares Bohrfutter 2. Mittels der Werkzeugmaschine 1 und der Zusatzkomponente 2 ist ein Werkstück 3 bearbeitbar, das z.B. in einem Werkstückträger 4 gehalten ist. Auf Grund der beispielhaften Ausgestaltung der Werkzeugmaschine 1 als Säulenbohrmaschine 1 besteht die Bearbeitung im vorliegenden Fall selbstverständlich aus dem Bohren von Löchern im Werkstück 3.

35 Die Werkzeugmaschine 1 wird von einer Steuereinrichtung 5 gesteuert. Die Steuereinrichtung 5 ist z.B. als numerische Steuerung 5 ausgebildet. Sie weist einen Programmspeicher 6

auf, in dem ein Betriebsprogramm 7 abgespeichert ist. Das Betriebsprogramm 7 kann der Steuereinrichtung 5 dabei bei spielsweise über einen Programmdatenträger 8 zugeführt worden sein, auf dem das Betriebsprogramm 7 abgespeichert ist. Ein
5 Beispiel eines derartigen Produktdatenträgers 8 ist eine CD- ROM 8. Auch eine Ausbildung des Datenträgers 8 z.B. als Spei cherkarte wäre aber möglich. Alternativ ist es auch möglich, das Betriebsprogramm 7 der Steuereinrichtung 5 über eine Rechner-Rechner-Verbindung 9 von einem anderen Rechner aus
10 zuzuführen. Beispiele derartiger Rechner-Rechner-Verbindungen 9 sind ein lokales Rechnernetz (LAN = local area net), z.B. ein Ethernet, oder das Internet (world wide web).

Bei Aufruf des Betriebsprogramms 7 - z.B. auf Grund einer
15 entsprechenden Eingabe durch einen Bediener 10 - führt die Steuereinrichtung 5 ein Betriebsverfahren aus, das nachfolgend in Verbindung mit FIG 2 näher beschrieben wird.

Gemäß FIG 2 arbeitet die Steuereinrichtung im Rahmen der Ausführung des Betriebsprogramms 7 eine Schrittfolge ab, die aus Schritten S1 bis S11 besteht. Insbesondere die Schritte S3 und S7 bis S10 bestehen dabei selbst wiederum aus einer Vielzahl von Einzelschritten, die in FIG 2 aber nicht näher aufgeschlüsselt sind.
25

Gemäß FIG 2 adressiert die Steuereinrichtung 5 im Schritt S1 zunächst die Zusatzkomponente 2. Sie emittiert hierzu - siehe FIG 1 - über eine Antenne 11 ein Radiofrequenzsignal, das eine Sendefrequenz aufweist. Mittels des Radiofrequenzsignals
30 wird ein Komponentendatenträger 12 von der Steuereinrichtung 5 drahtlos mit Energie versorgt. Der Komponentendatenträger 12 entnimmt die Energie also dem von der Steuereinrichtung 5 abgestrahlten Radiofrequenzsignal. Auf Grund der Entnahme der Energie aus dem von der Antenne 11 abgestrahlten Radiofre quenzsignal wird dabei zwangsweise der Komponentendatenträger
35 12 von der Steuereinrichtung 5 nur während der Kommunikation

zwischen der Steuereinrichtung 5 und dem Komponentendatenträger 12 mit Energie versorgt.

Der Komponentendatenträger 12 ist in der Regel als Transpon-
5 der 12 ausgebildet. Er ist der Zusatzkomponente 2 zugeordnet, z.B. fest und unlösbar mit dieser verbunden. Alternativ ist es auch möglich, dass der Komponentendatenträger 12 mit der Zusatzkomponente 2 lösbar verbunden ist. Die Lösbarkeit kann dabei mit oder ohne Werkzeug möglich sein. Weiterhin ist es -
10 je nach Art der Zusatzkomponente 2 - auch möglich, dass der Komponentendatenträger 12 mit der Zusatzkomponente 2 lose verbunden ist, beispielsweise über ein flexibles Band.

Auf Grund der Adressierung durch die Steuereinrichtung 5
15 übermittelt der Komponentendatenträger 12 an die Steuereinrichtung 5 Komponentenanfangsdaten. Die Komponentenanfangsdaten werden dabei über eine Antenne 13 des Komponentendatenträgers 12 an die Steuereinrichtung 5 übermittelt. Auch die Übermittlung der Komponentenanfangsdaten erfolgt also draht-
20 los.

Der Komponentendatenträger 12 sendet die Komponentenanfangsdaten auf einer - aus Sicht der Steuereinrichtung 5 - Empfängsfrequenz. Er moduliert hierzu das von ihm ausgesendete
25 Radiofrequenzsignal. Die Steuereinrichtung 5 nimmt die übermittelten Daten im Schritt S2 entgegen.

Die Komponentenanfangsdaten können - siehe FIG 3 - verschiedene Daten umfassen. Vorzugsweise umfassen sie zumindest eine
30 Komponentenidentifikation, mittels derer die Zusatzkomponente 2 von allen anderen Zusatzkomponenten - auch baugleichen Zusatzkomponenten - unterscheidbar ist. Weiterhin umfassen sie vorzugsweise auch eine Komponentenbeschreibung.
35 Die Komponentenbeschreibung umfasst - siehe wieder FIG 3 - vorzugsweise Typdaten und Zustandsdaten. Die Typdaten sind die Bauartdaten der Zusatzkomponente 2, z.B. deren geometri-

sche Abmessungen, der minimale und der maximale Durchmesser eines in das Bohrfutter 2 einsetzbaren Bohrers und dergleichen mehr. Die Zustandsdaten können z.B. den momentanen Zustand der Zusatzkomponente 2 umfassen, beispielsweise ob ein
5 Bohrer in das Bohrfutter 2 eingesetzt ist oder nicht, welche momentane Öffnungsweite das Bohrfutter 2 aufweist usw. Weiterhin können die Zustandsdaten auch die Betriebshistorie der Zusatzkomponente 2 umfassen, z.B. die Anzahl an Betriebsstunden, den Zeitpunkt der letzten Wartung, Verschleißangaben
10 oder z.B. auch die Art und Anzahl der mit der jeweiligen Zusatzkomponente 2 ausgeführten Bearbeitungsvorgänge.

Nach Entgegennahme der Komponentenanfangsdaten reagiert die Steuereinrichtung 5 im Schritt S3 entsprechend. Vorzugsweise
15 parametert sich die Steuereinrichtung 5 im Schritt S3 direkt entsprechend den übermittelten Komponentenanfangsdaten selbst.

Die Steuereinrichtung 5 berücksichtigt somit die übermittelten Komponentenanfangsdaten im Rahmen der weiteren Abarbeitung der Schrittfolge dadurch, dass die Steuereinrichtung 5 sich entsprechend der konkreten Komponentenanfangsdaten parametert und diese Parametrierung bei der Abarbeitung der Schrittfolge, insbesondere im Rahmen der Schritte S7 und S8,
25 entsprechend berücksichtigt.

Es ist möglich, dass außer der Zusatzkomponente 2 noch weitere Zusatzkomponenten vorhanden sind. Nach dem Ausführen des Schrittes S3 prüft die Steuereinrichtung 5 daher im Schritt
30 S4, ob noch weitere Zusatzkomponenten vorhanden sein könnten. Wenn dies der Fall ist, geht sie zurück zum Schritt S1. Andernfalls wird die Abarbeitung der Schrittfolge mit dem Schritt S5 fortgesetzt.

35 Zur gezielten Adressierung jeweils nur einer Zusatzkomponente 2 sind dabei zwei Vorgehensweisen möglich, die wahlweise alternativ oder kumulativ eingesetzt werden können. Zum einen

ist es möglich, die einzelnen Zusatzkomponenten 2 über von-einander verschiedene Sendefrequenzen zu adressieren. Zum anderen ist es möglich, die – gegebenenfalls jeweilige – Sendefrequenz auf Seiten der Steuereinrichtung 5 zu modulieren, so
5 dass die Zusatzkomponenten 2 anhand der Modulation erkennen können, ob sie angesprochen sind oder nicht.

Im Schritt S5 adressiert die Steuereinrichtung 5 einen Werkstückdatenträger 15. Sie emittiert hierzu – siehe wieder FIG 10 1 – über die Antenne 11 ein Radiofrequenzsignal mit einer Sendefrequenz. Die Sendefrequenz kann dabei dieselbe Sendefrequenz sein, die zum Adressieren der Zusatzkomponente 2 verwendet wird. Vorzugsweise aber ist sie von der Sendefrequenz zum Adressieren des Komponentendatenträgers 12 verschieden.
15

Mittels des nunmehr emittierten Signals wird der Werkstückdatenträger 15 von der Steuereinrichtung 5 drahtlos mit Energie versorgt. Die Versorgung mit Energie erfolgt also nur während 20 der Kommunikation zwischen der Steuereinrichtung 5 und dem Werkstückdatenträger 15. Der Werkstückdatenträger 15 entnimmt die Energie dabei dem Sendesignal der Antenne 11.

Der Werkstückdatenträger 15 ist – ebenso wie der Komponentendatenträger 12 – vorzugsweise als Transponder ausgebildet. Er ist dem Werkstück 3 zugeordnet. Er kann dabei alternativ am Werkstück 3 selbst oder am Werkstückträger 4 oder auch an einer anderen Transporteinheit für das Werkstück 3 angeordnet sein, z.B. einer Palette. Er kann lösbar oder unlösbar an seiner ihn mechanisch tragenden Komponente angeordnet sein.
25 Bei lösbarer Anbringung kann diese mit oder ohne Werkzeug lösbar sein. Auch eine lose Verbindung, z.B. über ein flexibles Band, ist wieder möglich.

35 Auf Grund der Adressierung durch die Steuereinrichtung 5 übermittelt der Werkstückdatenträger 15 Werkstückanfangsdaten an die Steuereinrichtung 5. Die Werkstückanfangsdaten werden

dabei über eine Antenne 16 des Werkstückdatenträgers an die Steuereinrichtung 5 übermittelt. Die Steuereinrichtung 5 nimmt die übermittelten Werkstückanfangsdaten im Schritt S6 entgegen.

5

Der Werkstückdatenträger 15 sendet die Werkstückanfangsdaten auf einer – wieder aus Sicht der Steuereinrichtung 5 – Empfangsfrequenz. Die Empfangsfrequenz kann wieder mit der Empfangsfrequenz für die Datenübertragung von dem Komponentendatenträger 12 zur Steuereinrichtung 5 identisch sein. Vorzugsweise aber ist sie von dieser Frequenz verschieden.

10 Der Werkstückdatenträger 15 moduliert zur Datenübertragung das von ihm ausgesendete Radiofrequenzsignal, so dass die Steuereinrichtung 6 durch entsprechendes Demodulieren die übermittelten Daten entgegen nehmen kann.

15 Wie bereits erwähnt, ist es möglich, dass der Werkstückdatenträger 15 auf der gleichen Sendefrequenz adressiert wird wie der bzw. die Komponentendatenträger 12. In diesem Fall ist es erforderlich, auch das von der Steuereinrichtung 5 emittierte Sendesignal entsprechend zu modulieren, damit gezielt der Werkstückdatenträger 15 angesprochen werden kann.

20 25 Die Werkstückanfangsdaten können – siehe FIG 4 – analog zu den Komponentenanfangsdaten verschiedene Daten umfassen. Zumindest sollten sie aber eine Werkstückidentifikation umfassen, also eine Identifikation, anhand derer das jeweilige Werkstück 3 von anderen – auch gleichen – Werkstücken unterschieden werden kann.

30 Weiterhin können die Werkstückanfangsdaten eine Beschreibung eines Mindestanforderungsprofils an die Werkzeugmaschine 1 umfassen. Anhand dieses Mindestanforderungsprofils ist die Steuereinrichtung 5 dann in der Lage, selbsttätig zu prüfen, ob die Werkzeugmaschine 1 die gewünschte Bearbeitung überhaupt ausführen kann. Das Mindestanforderungsprofil kann z.B.

- umfassen, dass die Bohrlöcher in der Ebene verteilt gebohrt werden sollen, also eine zweidimensionale Positionierbarkeit des Bohrfutters 2 erforderlich ist. Je nach Möglichkeiten der Werkzeugmaschine 1, ob diese z.B. das Bohrfutter 2 nur eindimensional oder zweidimensional positionieren kann, kann die Steuereinrichtung 5 daher die Bearbeitung des Werkstücks 3 aufnehmen oder – unter Abgabe einer entsprechenden Meldung an den Bediener 10 – verweigern.
- 10 Weiterhin können die Werkstückanfangsdaten beispielsweise eine Beschreibung einer von der Werkzeugmaschine 1 auszuführenden Sollbearbeitung des Werkstücks 3 umfassen. Ein Beispiel einer derartigen Sollbearbeitung ist ein Teileprogramm 18 gemäß DIN 66025. Ein solches Teileprogramm 18 weist selbstverständlich – siehe FIG 5 – eine Anzahl von Einzelschritten 19 auf, die zur ordnungsgemäßen Bearbeitung des Werkstücks 3 von der Steuereinrichtung 5 nacheinander ausgeführt werden müssen. In diesem Fall ist somit sozusagen jedem Werkstück 3 seine eigene Bearbeitungsanweisung direkt und unmittelbar zuordnet.

Die Beschreibung der Sollbearbeitung kann weitere Angaben umfassen, beispielsweise Angaben über Bearbeitungszeiten, eine gewünschte Bearbeitungsqualität und Einsatz von Ressourcen, 25 beispielsweise Wasserkühlung beim Bohren.

Vorzugsweise umfassen die von der Steuereinrichtung 5 ausgebgebenen Werkstückanfangsdaten auch einen Programmzeiger 20. Der Programmzeiger 20 zeigt beim Auslesen auf den als nächstes auszuführenden Einzelschritt 19. Die Steuereinrichtung 5 beginnt somit die Ausführung des Teileprogramms 18 mit dem Einzelschritt 19, der durch den Programmzeiger 20 bestimmt ist.

35 Während der Ausführung des Teileprogramms 18 führt die Steuereinrichtung 5 intern einen Programmzeiger 21 nach. Der Programmzeiger 21 zeigt jeweils auf den momentan ausgeführten

Einzelschritt 19. Wenn die Steuereinrichtung 5 die Ausführung des Teileprogramms 18 beendet, übermittelt sie den Wert ihres internen Programmzeigers 21 an den Werkstückdatenträger 15. Dieser kann somit den Programmzeiger 20 aktualisieren.

5

Wie aus FIG 5 weiter ersichtlich ist, enthält der Speicher des Werkstückdatenträgers 15 zwar nur ein einziges Teileprogramm 18, aber mehrere Programmzeiger 20. Dies hat seinen Grund darin, dass der Werkstückdatenträger 15 mehreren

10 Werkstücken 3 zugeordnet sein kann, wobei die Werkstücke 3 alle gleichartig sind und gleichartig bearbeitet werden sollen. In einem derartigen Fall muss das Teileprogramm 18 daher nur einmal vorhanden sein und auch nur einmal aus dem Werkstückdatenträger 15 ausgelesen werden. Die Programmzeiger 20
15 sind individuell jeweils einem einzigen Werkstück 3 proprietär zugeordnet. Denn die Werkstücke 3 werden von der Werkzeugmaschine 1 auch unabhängig voneinander bearbeitet. Meist erfolgt die Bearbeitung sequenziell.

20 Auch ist es möglich, dass die Werkstückanfangsdaten eine Beschreibung einer Bearbeitung umfassen, die bereits an dem Werkstück 3 vorgenommen wurde. Diese Angaben können insbesondere eine Werkzeugmaschinenidentifikation, eine Bedieneridentifikation, Bearbeitungszeiten (Anfang, Ende, Dauer), Qualitätsinformationen und Ressourceninformationen umfassen. Die Historie des Werkstücks 3 ist in diesem Fall also ebenfalls
25 der Steuereinrichtung 5 bekannt gemacht.

Ferner können die Werkstückanfangsdaten eine Beschreibung einer weiteren Sollbearbeitung umfassen, die nach der Bearbeitung durch die Werkzeugmaschine 1 von einer anderen Einrichtung an dem Werkstück 3 vorgenommen werden soll. Auch diese Angaben können wieder Bearbeitungszeiten, eine gewünschte Bearbeitungsqualität und gewünschte einzusetzende Ressourcen
35 umfassen.

Schließlich können die Werkstückanfangsdaten auch eine Beschreibung des Werkstücks 3 vor der Bearbeitung durch die Werkzeugmaschine 1 umfassen. Beispielsweise können CAD-Daten übermittelt werden, welche die geometrischen Abmessungen des Werkstücks 3 beschreiben. Vorzugsweise umfasst die ausgelesene Werkstückbeschreibung sowohl ursprüngliche Abmessungen des Werkstücks 3 als auch aktuelle Abmessungen des Werkstücks 3 unmittelbar vor der Bearbeitung des Werkstücks 3 durch die Werkzeugmaschine 1. Denn dann können die ursprünglichen und/ oder die aktuellen geometrischen Abmessungen des Werkstücks 3 von der Steuereinrichtung 5 insbesondere im Rahmen einer Kollisionsprüfung berücksichtigt werden. Soweit die – siehe oben – aus dem Komponentendatenträger 12 ausgelesenen Daten geometrische Abmessungen der Zusatzkomponente 2 umfassen, werden selbstverständlich auch diese Daten bei der Kollisionsprüfung mit berücksichtigt.

Die aktuellen Abmessungen des Werkstücks 3 können sich – je nach Art und Umfang der Bearbeitung des Werkstücks 3 durch die Werkzeugmaschine 1 – ändern. Soweit erforderlich, übermittelt die Steuereinrichtung 5 daher bei Beendigung der Bearbeitung des Werkstücks 3 aktualisierte Abmessungen an den Werkstückdatenträger 15.

Die Beschreibung des Werkstücks 3 kann weiterhin auch Materialangaben (Holz, Kupfer, Aluminium, Stahl, Härtegrad usw.) umfassen. Die Steuereinrichtung 5 kann diese Angaben beispielsweise dazu heranziehen, eine Bearbeitungsgeschwindigkeit, mit der die Werkzeugmaschine 1 das Werkstück 3 bearbeitet, in Abhängigkeit von den Materialangaben einzustellen.

Bei der normalen Bearbeitung des Werkstücks 3 durch die Werkzeugmaschine 1 weisen die Antriebe der Werkzeugmaschine 1 einen im Wesentlichen vorbestimmbaren Energieverbrauch auf. Bei einem Werkzeugbruch hingegen steigt der Energieverbrauch (bzw. die Leistungsaufnahme) der korrespondierenden Antriebe stark an. Die Steuereinrichtung 5 kann daher die tatsächliche

Leistungsaufnahme der Antriebe der Werkzeugmaschine 1 erfassen und mit geeignet bestimmten Schwellwerten vergleichen. Übersteigt die tatsächliche Leistungsaufnahme der Antriebe die Schwellwerte, erkennt die Steuereinrichtung 5 auf Werkzeugbruch. Sie kann in diesem Fall die weitere Bearbeitung des Werkstücks 3 einstellen.

Die Leistungsaufnahme der Antriebe bei der normalen Bearbeitung des Werkstücks 3 – also ohne Werkzeugbruch – hängt in starkem Umfang von dem Material des Werkstücks 3 ab. Vorzugsweise stellt die Steuereinrichtung 5 die Schwellwerte daher in Abhängigkeit von den aus dem Werkstückdatenträger 15 ausgelesenen Materialangaben ein.

Auf Grund der übermittelten Werkstückanfangsdaten ist die Steuereinrichtung 5 in der Lage, diese Daten im Rahmen der weiteren Abarbeitung der Schrittfolge zu berücksichtigen. Dabei berücksichtigt die Steuereinrichtung 5 in den Schritten S7 und S8 die Werkstückanfangsdaten als solche, insbesondere bei der Bearbeitung des Werkstücks im Schritt S8.

Nach der Ausführung des Schrittes S7 – und bei Bearbeitung des Werkstücks 3 durch die Werkzeugmaschine 1 im Schritt S8 auch des Schrittes S8 – wird der Schritt S9 ausgeführt. Im Schritt S9 werden Ergebnisse der Bearbeitung des Werkstücks 3, soweit sie auf das Werkstück 3 bezogen sind, gespeichert. Hierzu werden sie im Schritt S9 drahtlos als Werkstückenddaten an den Werkstückdatenträger 15 übermittelt. Die Übermittlung an den Werkstückdatenträger 15 erfolgt dabei völlig analog zur Übermittlung der Werkstückanfangsdaten in den Schritten S5 und S6.

Die Werkstückenddaten können – siehe insbesondere FIG 4 – wieder verschiedene Daten umfassen. Vorzugsweise umfassen sie zumindest eine Beschreibung der von der Werkzeugmaschine 1 an dem Werkstück 3 tatsächlich ausgeführten Bearbeitung. Die Beschreibung kann beispielsweise Bearbeitungszeiten (Anfang,

Ende, Dauer), die Werkzeugmaschinenidentifikation, die Bedieneridentifikation, Bedienereingriffe beim Bearbeiten des Werkstücks 3, Qualitätsangaben und Ressourceninformationen umfassen.

5

Vorzugsweise umfassen die Werkstückenddaten auch eine Beschreibung einer noch vorzunehmenden Sollbearbeitung des Werkstücks 3, die von einer anderen Einrichtung als der Werkzeugmaschine 1 durchzuführen ist. Diese Beschreibung kann beispielsweise wieder Bearbeitungszeiten, Qualitätsangaben und Ressourceninformationen enthalten.

10

In analoger Weise werden nach dem Schritt S9 im Schritt S10 Ergebnisse der Bearbeitung des Werkstücks 3, soweit sie auf die Zusatzkomponente 2 bezogen sind, gespeichert. Die Übermittlung an den Komponentendatenträger 12 erfolgt selbstverständlich wieder drahtlos.

15

Die Komponentendaten umfassen vorzugsweise auch eine Werkzeugmaschinenidentifikation und eine Bedieneridentifikation. Weiterhin können sie Zustandsdaten der Zusatzkomponente 2, beispielsweise deren Einstellung, deren Betriebsdauer, Angaben über Art und Anzahl der mit der Zusatzkomponente 2 ausgeführten Bearbeitungsvorgänge, Verschleißangaben sowie eventuelle besondere Angaben wie beispielsweise Überhitzung usw. enthalten.

25

Nach dem Schritt S10 wird schließlich noch im Schritt S11 abgefragt, ob ein weiteres Werkstück 3 zur Bearbeitung ansteht. Wenn ja, wird zum Schritt S5 zurückgesprungen, anderenfalls ist die Abarbeitung der Schrittfolge beendet.

30

Mittels der erfindungsgemäßen Betriebsweise der Werkzeugmaschine 1 wird somit auf einfache Weise ein sehr flexibler Betrieb der Werkzeugmaschine 1 gewährleistet, der individuell auf die Zusatzkomponente 2 und das Werkstück 3 zugeschnitten sein kann.

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine von einer Steuereinrichtung (5) gesteuerte Werkzeugmaschine (1), wobei die Steuereinrichtung (5) eine Schrittfolge (S1-S11) abarbeitet und im Rahmen der Abarbeitung der Schrittfolge (S1-S11) drahtlos von einem einem Werkstück (3) zugeordneten Werkstückdatenträger (15) zu mindest ein Teileprogramm (18) ausliest und das Werkstück (3) entsprechend dem ausgelesenen Teileprogramm (18) bearbeitet.
10
2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Teileprogramm (18) eine Anzahl von nacheinander auszuführenden Einzelschritten (19) aufweist, dass die Steuereinrichtung (5) vom Werkstückdatenträger (15) auch einen dem Werkstück (3) zugeordneten Programmzeiger (20) ausliest, dass die Steuereinrichtung (5) die Ausführung des Teileprogramms (18) mit einem durch den Programmzeiger (20) bestimmten Einzelschritt (19) beginnt und dass die Steuereinrichtung (5) bei Beendigung der Ausführung des Teileprogramms (18) an den Werkstückdatenträger (15) einen neuen Programmzeiger übermittelt, so dass der im Werkstückdatenträger (15) hinterlegte Programmzeiger (20) aktualisiert wird.
15
20
3. Betriebsverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstückdatenträger (15) mehreren gleichartigen und gleichartig zu bearbeitenden Werkstücken (3) zugeordnet ist und dass die Steuereinrichtung (5) das Teileprogramm (18) für alle Werkstücke (3) nur einmal aus dem Werkstückdatenträger (15) ausliest.
25
30
4. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (5) aus dem Werkstückdatenträger (15) eine Beschreibung des Werkstücks (3) ausliest.
35

5. Betriebsverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschreibung die ursprünglichen geometrischen Abmessungen des Werkstücks (3) umfasst.

5

6. Betriebsverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Beschreibung die aktuellen geometrischen Abmessungen des Werkstücks (3) unmittelbar vor der Bearbeitung des Werkstücks (3) durch die Werkzeugmaschine (1) umfasst.

10

7. Betriebsverfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (5) die geometrischen Abmessungen des Werkstücks (3) im Rahmen einer Kollisionsprüfung berücksichtigt.

15

8. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschreibung des Werkstücks (3) auch Materialangaben über das Werkstück (3) umfasst.

20

9. Betriebsverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (5) bei der Bearbeitung des Werkstücks (3) die tatsächliche Leistungsaufnahme von Antrieben der Werkzeugmaschine (1) erfasst und mit Schwellwerten vergleicht, dass die Steuereinrichtung (5) die weitere Bearbeitung des Werkstücks (3) einstellt und auf Werkzeugbruch erkennt, wenn die tatsächliche Leistungsaufnahme die Schwellwerte überschreitet, und dass die Steuereinrichtung (5) mindestens einen der Schwellwerte in Abhängigkeit von den Materialangaben über das Werkstück (3) einstellt.

25

30

10. Betriebsverfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (5) eine Bearbeitungsgeschwindigkeit, mit der sie das Werk-

35

stück (3) bearbeitet, in Abhängigkeit von den Materialangaben einstellt.

11. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, da -
5 durch gekennzeichnet, dass die Steuer-
einrichtung (5) aus dem Werkstückdatenträger (15) auch eine
Werkstückidentifikation ausliest.

12. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die
Steuereinrichtung (5) aus dem Werkstückdatenträger (15) eine
Beschreibung eines Mindestanforderungsprofils ausliest, dass
die Steuereinrichtung (5) das Mindestanforderungsprofil mit
den Möglichkeiten der Werkzeugmaschine (1) vergleicht und
15 dass die Steuereinrichtung (5) die Bearbeitung des Werkstücks
(3) nur dann aufnimmt, wenn die Möglichkeiten der Werkzeugma-
schine (1) dem Mindestanforderungsprofil entsprechen.

13. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die
Steuereinrichtung (5) im Rahmen der Abarbeitung der Schritt-
folge (S1 - S11) drahtlos von einem einer Zusatzkomponente
(2) der Werkzeugmaschine (1) zugeordneten Komponentendaten-
träger (12) Komponentendaten ausliest und im Rahmen der Abar-
25 beitung der Schrittfolge (S1-S11) berücksichtigt.

14. Betriebsverfahren nach Anspruch 13, dadurch
gekennzeichnet, dass die Komponentendaten ge-
ometrische Abmessungen der Zusatzkomponente (2) beinhalten
30 und dass die Steuereinrichtung (5) die Abmessungen der Zu-
satzkomponente (2) bei einer Kollisionsprüfung berücksich-
tigt.

15. Betriebsverfahren nach Anspruch 13 oder 14, da -
35 durch gekennzeichnet, dass die Kompo-
nentendaten Zustandsdaten wie z.B. Betriebsdauer, Verschleiß
sowie Art und Anzahl der Bearbeitungsvorgänge umfassen und

dass die Steuereinrichtung (5) nach dem Bearbeiten des Werkstücks (3) aktualisierte Werte dieser Zusatzdaten an den Komponentendatenträger (12) übermittelt.

- 5 16. Betriebsverfahren nach Anspruch 13, 14 oder 15, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Steuer-
einrichtung (5) an den Komponentendatenträger (12) auch eine
Werkzeugmaschinenidentifikation und/oder eine Benutzeridenti-
fikation übermittelt.
- 10 17. Programmdatenträger mit einem auf dem Programmdatenträger
gespeicherten Betriebsprogramm (7) zur Durchführung eines Be-
triebsverfahrens nach einem der obigen Ansprüche.
- 15 18. Einem Werkstück (3) zugeordneter Werkstückdatenträger, in
dem ein Teileprogramm (18) zur Bearbeitung des Werkstücks (3)
hinterlegt ist.
- 20 19. Werkstückdatenträger nach Anspruch 18, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass das Teileprogramm (18)
eine Anzahl von nacheinander auszuführenden Einzelschritten
(19) aufweist und dass im Werkstückdatenträger auch ein Pro-
grammzeiger (20) hinterlegt ist, der einen der Einzelschritte
(19) markiert.

25

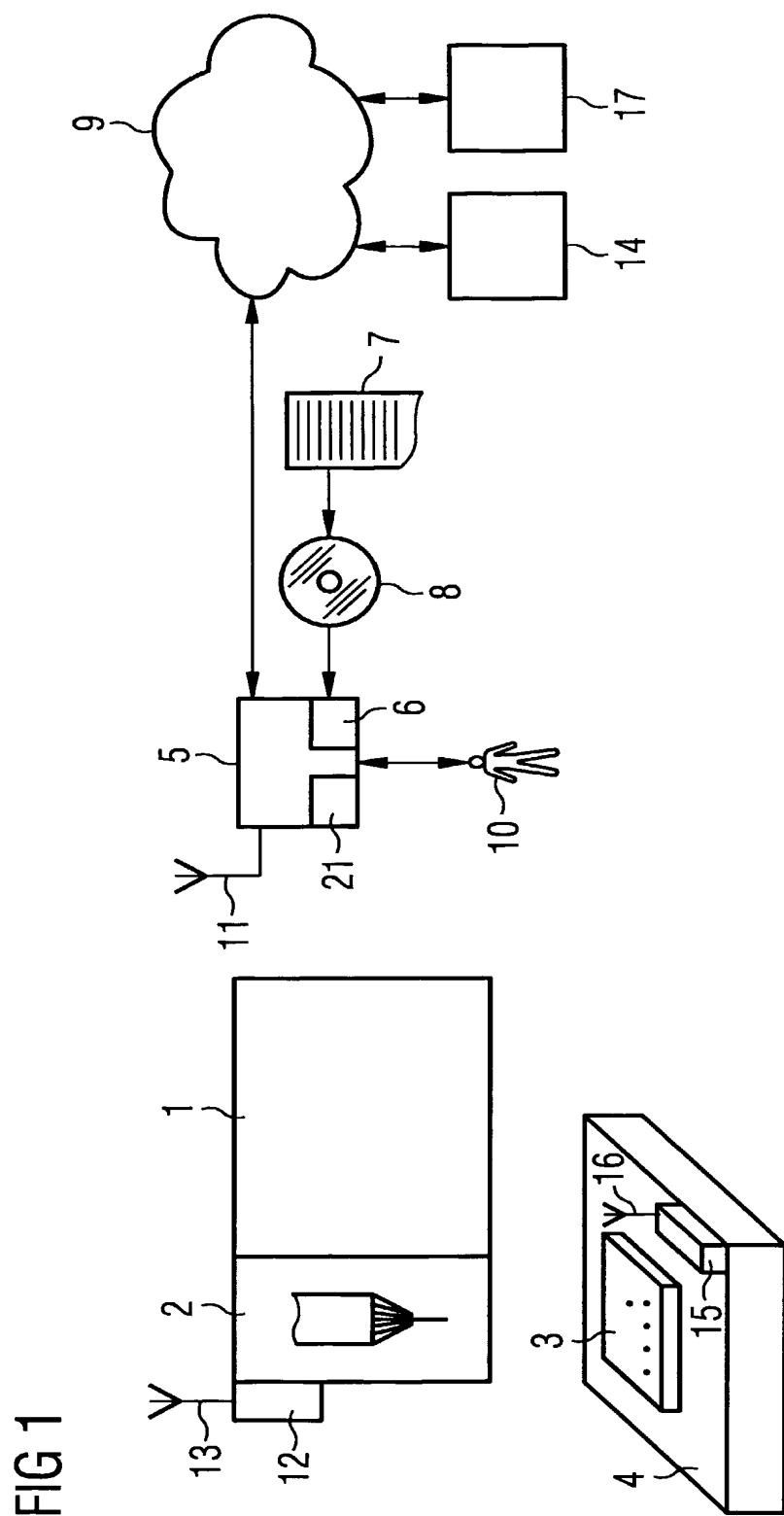


FIG 1

FIG 2

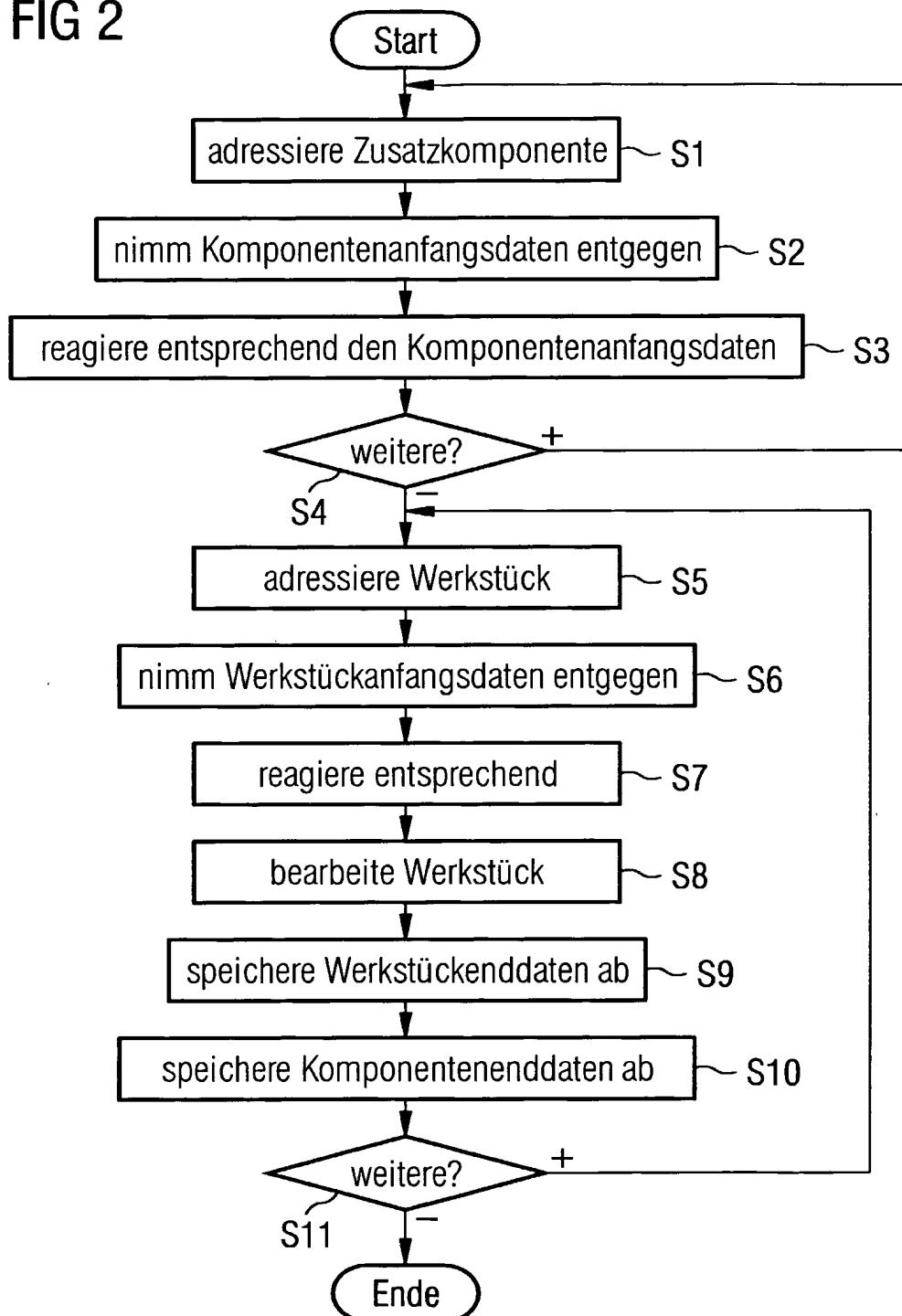


FIG 3

Komponentenidentifikation
Komponentenbeschreibung
a) Typdaten
b) Zustandsdaten
Werkzeugmaschinenidentifikation
Bedieneridentifikation

FIG 4

Werkstückidentifikation
Sollbearbeitung (z.B. Teileprogramm)
bisherige Bearbeitung
zukünftige Sollbearbeitung 1
Werkstückbeschreibung
Profilbeschreibung
Programmzeiger
Istbearbeitung
zukünftige Sollbearbeitung 2

FIG 5

